

Natężenie deszczu miarodajnego na podstawie modelu PANDA:

$$q = 199 \text{ [l/s*ha]}$$

$$Q = 199 \times 7,199 \times 0,5 = 719,2 \text{ dm}^3/\text{s}$$

2.1. Przebudowa istniejącej kanalizacji deszczowej

Obecnie w ulicy Browarnej funkcjonuje kanalizacja deszczowa o średnicy 600mm, do której podłączone są dwa wpusty deszczowe. Odcinek kanalizacji o średnicy DN600 na dł. ok. 121 mb należy zdemontować wraz z układem podczyszczającym tj. osadnikiem i separatorem oraz wylotem dn400 do rowu. Fragment kanalizacji dł. ok. 38m średnicy 200mm wymaga przełączenia do projektowanej kanalizacji deszczowej w studni KD3.

2.2. Wylot do odbiornika

Odprowadzenie wód opadowych i roztopowych z projektowanej kanalizacji deszczowej odbywać się będzie poprzez umocniony wylot WL do istniejącego rowu „RA”. Rów ten na całej długości od projektowanego wlotu do przepustu pod trasą Popiełuszki posiada umocnione materacami gabionowymi zarówno ściany jak i dno. W miejscu lokalizacji projektowanego wlotu WL o średnicy 900mm należy zdemontować istniejący dotychczas wylot DN400mm i po zamontowaniu nowego prefabrykowanego wylotu odtworzyć dotychczasowe umocnienie skarp. Istniejący odbiornik w postaci rowu o przekroju trapezu, o zmiennych wymiarach na długości ok. 58m. Szerokość dna w miejscu wlotu do rowu 0,5m i wysokości 2,7m. Jako wylot zastosowano typowy prefabrykowany betonowy element z KPED, zgodnie z rysunkiem, a otwór zabezpieczono kratą. Wymiary wylotu pokazane na rys. 5.

2.3. Separator i osadnik

Całość wód opadowych z terenu objętego opracowaniem (zgodnie z w/w koncepcją - zlewnia „A”) odwadnianych siecią kanalizacji deszczowej przed wprowadzeniem do odbiornika będzie oczyszczona w stopniu zapewniającym zachowanie dopuszczalnych parametrów zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych - wody opadowe i roztopowe ujęte w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacyjne z powierzchni szczelnej terenów przemysłowych, składowych, baz transportowych, portów, lotnisk, miast, budowli kolejowych, dróg zaliczanych do kategorii krajowych i wojewódzkich oraz powiatowych klasy G, a także parkingów o powierzchni powyżej 0,1 ha, w ilości jaka powstaje z opadów o natężeniu co najmniej $q_{nom} = 15 \text{ [dm}^3/\text{s*ha]}$, wprowadzane do wód lub do ziemi nie powinny zawierać substancji zanieczyszczających w ilościach przekraczających 100 mg/l zawiesin ogólnych oraz 15 mg/l węglowodorów ropopochodnych.

Wiąże się to z oczyszczeniem wód opadowych z piasku i odseparowaniem pochodnych ropy naftowej.

Ilość wód opadowych ze zlewni podlegających oczyszczeniu:

$$Q_{nom} = q_{nom} * F_{zred} \text{ [dm}^3/\text{s]} = 15 \text{ dm}^3/\text{s*ha} * 7,199 \text{ ha} = 107,985 \text{ dm}^3/\text{s}$$

Nominalne natężenie opadu $q_{nom} = 15 \text{ dm}^3/\text{s/ha}$ (deszcz, dla którego suma wysokości opadów o natężeniu nie większym od q_{nom} . wynosi 88% rocznej wysokości opadu).

Wielkość znamionowa NG separatora:

$$NG = Q_{nom} * f_d = 107,985 * 0,85 = 91,8 \text{ dm}^3/\text{s}$$

f_d - współczynnik zależny od gęstości cieczy separowanej; $f_d = 1$ dla oleju dominującego o gęstości do 0,85 [g/cm³]

Maksymalna ilość wód opadowych dopływających do urządzeń oczyszczających 719,2 dm³/s

Dobrano system podczyszczania, który składał się będzie z wysokosprawnego osadnika wirowego dwukomorowego piasku z wkładem lamelowym substancji ropopochodnych ESL-OW 110/1100S o średnicy zbiornika pierwszego Dw1=3,0m i drugiego Dw2=2,5m, pojemności części osadowej 12,16m³ oraz pojemności magazynowania oleju 1,99m³. Przepustowość nominalna urządzenia podczyszczającego 110dm³/s, maksymalna przepustowość urządzenia 1100dm³/s.

2.4. Rurociągi

Zaprojektowano przewody kanalizacji deszczowej w zakresie średnic : \varnothing 200 (litych) rur z PP łączone na kielichy z zamontowaną w nich uszczelką, zgodnie z normą PN-EN 13476-2 lub PN-EN 1852-1, SN10; SN12; zgodnie z Krajową Oceną Techniczną ITB, wg obliczeń statycznych z ugięciem długotrwałym max. 6,0%.

Do budowy kanalizacji w zakresie średnic :300-900mm zastosować rury z PE – ze ścianką gładką wewnątrz i na zewnątrz, łączone na kielichy z zamontowaną w nich uszczelką, za pomocą zgrzewania lub spawania ekstruzyjnego, zgodnie z normą PN-EN 13476-2 typ A2, SN10; rury powinny posiadać Krajową Opinię Techniczną wydaną przez ITB i IBDM.

Połączenia odcinków zgrzewane wykonane poprzez spaw ekstruzyjny zewnętrzne i wewnętrzne. Jakość spawania musi być potwierdzona badaniami kontrolnymi, udokumentowana wytrzymałość na rozciąganie spoin wg. normy PN-EN ISO 13262:2017-11 – powyżej 2000N/15mm;

Dopuszcza się zastosowanie przez Wykonawcę rur o SN8 pod warunkiem dostarczenia do Inwestora obliczeń wytrzymałościowych statycznych i statecznych.

Obciążenie gruntem należy zagęścić min. 0,95%. W celu zapewnienia prawidłowej stabilizacji podczas pracy gruntu niestabilnego lub nawodnionego wyloty przepustów w nasypach należy zabezpieczyć warstwą stabilizującą. Nie wymagają stosowania dodatkowych powłok ochronnych i innych zabiegów konserwacyjnych.

Zastosowano następujące rury:

L.p.	Materiał	Średnica (Ø) mm	Lokalizacja	SN	Ilość mb
1	PP lite	200	podłączenie wpustów	10	104
2	PP lite	200	Przepady + komplet kształtek	10	52,2
3	PE	300	odgałęzienia	10	48
4	PE	400	odgałęzienia i sieć	10	131,5
5	PE	500	sieć	10	159
6	PE	600	sieć	10	31
7	PE	800	sieć	10	193
8	PE	900	sieć	10	453,5

Do systemowych rur należy zastosować kształtki z tego samego surowca oraz tego samego producenta.

Uzasadnienie stosowania określonej w tabeli powyżej sztywności obwodowej:

W przypadku ułożonych w gruncie rurociągów wykonanych z tworzyw sztucznych podstawowym kryterium wytrzymałościowym jest wartość względnej, pionowej deformacji rury oraz sprawdzenie możliwości wybożenia przekroju.

Ugięcie długotrwałe dla rur półsztywnych z tworzyw sztucznych wynosi 6,0%. Wielkość tego ograniczenia wynika także z konieczności zachowania przepustowości, która przy ugięciu wynoszącym 6,0% zmniejsza się o ok. 1,0% progresywnie. Przy założeniu długotrwałym do 10% spowoduje ograniczenie wydajności w ciągu 2 – 3 lat użytkowania oraz efekt uwidocznienia na nawierzchni w przedziale ok. 10 - 15 lat.

Po wyznaczeniu wartości obciążenia krytycznego od obciążenia gruntem (10kN/m² w przypadku braku obciążenia komunikacyjnego), od obciążenia wodą gruntową, w przypadku występowania, od obciążeń dynamicznych komunikacyjnych (przyjęto obciążenie od pojazdu ciężkiego o ciężarze 600kN) wyznacza się globalny współczynnik bezpieczeństwa, który musi być większy lub równy wartości minimalnej. W przypadku zastosowanych rur z PP/PVC wynosi on $F = 2,0$.

Początkowe odkształcenie względne rury, po zakończeniu robót, wyniesie ok. $\leq 5\%$.

W wyniku osiadań i przemieszczeń, tak rury jak i otaczającego ją gruntu, zwiększy się również względne odkształcenie rury do wartości $\leq 6\%$.

Dopuszczalne odkształcenie długotrwałe wg normy ATV127:

6% - przypadek standardowy

9% - uzasadniony przypadek

Uwzględnienie odkształcenia wstępnego typu A przy sprawdzaniu odkształcenia

„Wstępne odkształcenie typu A” uwzględnia odkształcenie rury (owalizację) przed zastosowaniem obciążeń, np. przy produkcji, magazynowaniu, transporcie.

Praktyka i doświadczenia dowodzą, że tak obliczone maksymalne odkształcenie względne rury ustali się w czasie nieprzekraczającym 3 lat eksploatacji i nie powinno przekroczyć 15% wyłącznie dla norm produktowych, nie w zastosowaniu wykonawczym.

Jak wykazują długoletnie obserwacje, wielkość ostatecznego ugięcia widoczne jest w kanałach po ok. 3 latach.

Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe przeprowadzono w programie udostępnionym przez producenta rur z tworzywa sztucznego w oparciu o normę ATV-DVWK-A 127.

Rury od DN300 wzwyż należy układać na podsypce piaskowej o gr. 20cm w podłożu uformowanym na kąt 90° natomiast rury do DN300 należy układać na podsypce piaskowej o gr. 15cm w podłożu uformowanym na kąt 90°. Po sprawdzeniu poprawności spadków kanału można przystąpić do wykonania obsypki jednocześnie z obu stron kanału. Obsypkę ochronną piaskową do wysokości 30cm ponad wierzch rury należy zagęszczać do stopnia $Is=0,97$ za pomocą lekkiej zagęszczarki wibracyjnej o maksymalnym ciężarze roboczym 0,3kN bądź lekkiej zagęszczarki płytowej o maksymalnym ciężarze roboczym do 1kN. Wykop należy utrzymywać w stanie odwodnionym. Dla wykonania zasypki wykopu od 30cm

ponad wierzch rury można stosować zagęszczarkę wibracyjną o średnim ciężarze roboczym 0,60kN lub płytową wstrząsową do 5kN dla uzyskania stopnia zagęszczenia $I_s=0,98$ do warstwy podbudowy nawierzchni. Średnie i ciężkie urządzenia do zagęszczania gruntu wolno stosować dopiero przy przykryciu rurociągu powyżej 1,0m. Zagęszczenia dokonywać warstwami co 20cm.

W trakcie wykonywania zagęszczania należy równolegle wyjmować szalunek, celem nienaruszenia wymaganej struktury obsypki wokół rury. Wszelkie prace na czynnej sieci kanalizacyjnej należy wykonywać w uzgodnieniu i pod nadzorem użytkownika – administratora sieci kanalizacji deszczowej.

Szerokości wykopów pod kanały:

- DN 200 szerokość wykopu - 1,20m
- DN 300 szerokość wykopu - 1,30m
- DN 400 szerokość wykopu - 1,40m
- DN500 szerokość wykopu - 1,50m
- DN600 szerokość wykopu - 1,60m
- DN800 szerokość wykopu - 1,80m
- DN900 szerokość wykopu - 1,90m

2.5. Studnie kanalizacyjne

Na trasie projektowanej kanalizacji deszczowej zaprojektowano studnie rewizyjne i podłączeniowe typowe, wykonane z kręgów wyposażone w przejścia szczelne, o średnicach odpowiednich do średnic przewodów: tj, do średnicy rurociągu 400mm należy stosować studnię $\varnothing 1200\text{mm}$ szt.8 ; od średnicy 500mm – studnię $\varnothing 1500\text{ mm}$ szt. 30.

Wymagania dla studni dla kanałów o średnicy od 800mm :

- a) wysokość komory roboczej w studzience nie powinna być mniejsza niż 2 m;
- b) w przypadku, gdy głębokość ułożenia kanału oraz warunki ukształtowania terenu nie mogą zapewnić wysokości zgodnej z lit. a, dopuszcza się wysokość komory roboczej mniejszą niż 2 m;
- c) kominy wjazdowe studzienek o głębokości powyżej 3 m mogą być wykonane z prefabrykatów o średnicy wewnętrznej 1,0 m, maksymalna odległość od pierwszego stopnia zjazdowego w studni do górnej powierzchni wjazdu powinna wynosić nie więcej niż 0,6 m;
- d) studzienki powinny być wykonane z kręgów łączonych na uszczelki (gumowe, elastomerowe lub podobne);
- e) Posadowienie studzienek betonowych prefabrykowanych jest uzależnione od warunków gruntowo-wodnych:
 - w gruntach sypkich należy pod każdą studnię wykonać podbudowę o grubości 0,15 m z wilgotnego betonu C12/15 w strefie montażu studzienki,
 - w gruntach spoistych o zadawalającej nośności (grunty w stanie zwartym, półzwartym i twaroplastycznym) wykop pod studzienki należy pogłębić o około 25 cm, a usunięty grunt spoisty zastąpić podbudową z betonu C12/15;
 - w gruntach o słabej nośności (grunty spoiste w stanie plastycznym, miękkoplastycznym, grunty organiczne) należy wykonać wymianę na beton C12/15;
- f) prefabrykowany element płyty dennej powinien stanowić monolityczne połączenie kręgu, płyty dennej oraz kinety wraz z przejściami szczelnymi, uniemożliwiającymi infiltrację wody gruntowej i eksfiltrację wód opadowych i roztopowych, dostosowanymi do wybranego materiału z jakiego budowany będzie kanał i spocznik;
- g) komory robocze studni rewizyjnych winny być zaprojektowane z betonu klasy C35/45 wodoszczelnego W-8, mało nasiąkliwego n_w poniżej 5%, mrozoodpornego F-150. Kinetę należy projektować z betonu tej samej klasy co beton studni;
- h) studzienki kaskadowe należy stosować na sieci kanalizacyjnej na połączeniach kanałów o dużej różnicy poziomów oraz przy dużych spadkach kanałów. Studzienki kaskadowe przy różnicy poziomów wynoszącej powyżej 70 cm należy rozwiązać indywidualnie w zależności od średnicy kanałów, przepływu wód opadowych i roztopowych różnicy poziomów. W tych przypadkach dopuszcza się studzienki kaskadowe z rurą przelewową, z pochylnią lub studzienki do wytracania energii, co wymaga stosownych obliczeń hydraulicznych. W przypadku wykonywania wlotów/wejść do studni nad kinetą (kaskad), otwory w ścianach studni zaprojektować w odległości minimum 15 cm od brzegu kręgów;
- i) należy stosować wyłącznie szczelne studzienki, wszystkie połączenia w studzienkach (w tym przejście szczelne) muszą spełniać wymagania w zakresie szczelności określone w normie PN-EN 1610;
- j) komora robocza i elementy trzonu studzienki (kręgi betonowe) o wytrzymałości na zgniatanie nie mniejszej niż 30 kN/m²;
- k) nie dopuszcza się stosowania w betonowych studzienkach prefabrykowanych pierścieni odciążających. Standardowo należy stosować na zwieńczeniu studzienek zwężki (konusy) i płyty przykrywowe o wytrzymałości na pionowe obciążenia nie mniejszej niż 300 kN;
- l) wszystkie elementy zabezpieczające, zejściowe i inne stosowane w komorach, studzienkach kanalizacyjnych należy wykonywać z materiałów odpornych na korozję tzn. z żeliwa, stali nierdzewnej (kwasoodpornej), tworzyw sztucznych;
- m) montaż elementów studzienki prowadzić należy ściśle według zaleceń producenta;
- n) dopuszcza się stosowanie studni z tworzyw sztucznych. Studzienki powinny posiadać odpowiednią wytrzymałość